



# Development of multi-center grand ensemble prediction and its application to high impact weather

著者	松枝 未遠
内容記述	Thesis (Ph. D. in Science)--University of Tsukuba, (B), no. 2398, 2008.9.30 Includes bibliographical references (leaves 96-106)
発行年	2008
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/103834">http://hdl.handle.net/2241/103834</a>

【362】

氏 名（本籍）	まつ 松	えだ 枝	み 未	お 遠	（岡 山 県）
学 位 の 種 類	博 士（理 学）				
学 位 記 番 号	博 乙 第 2398 号				
学位授与年月日	平成 20 年 9 月 30 日				
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当				
審 査 研 究 科	生命環境科学研究科				
学 位 論 文 題 目	<b>Development of Multi-Center Grand Ensemble Prediction and its Application to High Impact Weather</b> （マルチセンターグランドアンサンブル予報の構築と大気顕著現象への応用）				
主 査	筑波大学教授	Ph. D.	田 中	博	
副 査	筑波大学教授	理学博士	木 村	富士男	
副 査	筑波大学講師	博士（理学）	日 下	博 幸	
副 査	筑波大学教授（連携大学院）	理学博士	鬼 頭	昭 雄	

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究では、世界中の現業数値予報センターでおこなわれている現業中期アンサンブル予報を集めて行うマルチセンターグランドアンサンブル予報システムを新たに構築し、この方法で予報精度が一段と向上することを実証した。そして、ブロッキングに伴う大気顕著現象の予測にこの手法を応用することで、予報誤差の増大をもたらす初期摂動の特徴を感度解析により突き止め、鍵となる領域で局所的に初期摂動を大きくすることで、大気顕著現象に対する予報誤差を大きく削減できる可能性を示した。

現業中期予報は、大気力学の非線形性に伴うカオスの存在により、その確定論的予報が極めて困難となる。そこで、カオスの存在を前提としたアンサンブル予報が近年の予報技術の主流となっている。これは、モデルの初期値に観測誤差程度の摂動を上乗せして多数の確定論的予報を行い、その予報誤差の統計的な広がりから最適な予報値を抽出する手法である。このアンサンブル予報による予報精度をさらに向上させるために、世界気象機関（WMO）は国際プロジェクトとして THORPEX（観測システム研究・予測可能性実験）プロジェクトを立ち上げ、各国の現業中期アンサンブル予報データを相互に公開し、予報精度の相互比較検証を可能にした。本研究では、この最新の現業全球アンサンブル予報データを準リアルタイムで蓄積し、異なる予報機関のアンサンブル予報データを集めて、一段階大きなアンサンブル予報を行うシステムを構築し、これをマルチセンターグランドアンサンブル予報と名づけた。

具体例として、2006 年 12 月から 2007 年 11 月までの JMA（日本の気象庁）、ECMWF（ヨーロッパ中期予報センター）、UKMO（英国気象局）、NCEP（米国環境予測センター）、CMC（カナダ気象センター）の各機関の現業中期アンサンブル予報データを蓄積し、それぞれのアンサンブル予報精度の相互比較を行った。最も予報精度の良い ECMWF の予報値に対し、ECMWF、JMA、NCEP、CMC、UKMO の予報データを用いてマルチセンターグランドアンサンブル予報を構築することで、予報中盤（4～7 日）以降において ECMWF の予報精度を越える予報システムを構築できることを実証した。

さらに、各国のアンサンブル予報の相互比較の中で、ブロッキングに伴う大気顕著現象に対し、JMA の

全アンサンブルメンバーがブロッキングの位置を正確に予報できたのに対し、NCEP の全アンサンブルメンバーがその予報に失敗するという興味深い事例を見出した。詳細な感度解析の結果、NCEP の集団暴走的な振る舞いの主な原因が、北太平洋中部の特定領域の初期値に問題があることを明らかにし、この領域における初期摂動を大きくすることで、NCEP の集団暴走的な問題が解消できることを明らかにした。この研究成果は、マルチセンターグランドアンサンブル予報が、現業中期予報の予報精度を向上させると同時に、予報誤差に対する初期誤差の力学的な特徴を明らかにする新たな手法として、THORPEX の目的にかなった研究成果をもたらすものである。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

人間活動に大きく影響する 1～2 週間先の中期予報は、気象学における最重要課題のひとつである。世界の現業数値予報センターで行われている現業中期アンサンブル予報を用いて構築されたマルチセンターグランドアンサンブル予報により、世界最高水準の予報精度を持つ ECMWF のアンサンブル予報を超えることが可能であることが示された。この研究成果は、マルチセンターグランドアンサンブル予報が、世界最高水準の中期予報を行う先端技術であることを示しており、世界的に注目される研究成果であると同時に、本学の学位論文として十分な水準にあることを示している。各国の予報モデルはそれぞれが独自のモデルバイアスを抱えており、この問題はいくらアンサンブルメンバーの数を増やしても解消されないものである。しかしながら、各国の予報モデルを集めてアンサンブル予報を構築することで、それぞれのモデルバイアスが統計的に打ち消しあい、一段階高い水準のアンサンブル予報となることが、本研究の成功の理由と考えられる。その背景には、各国の膨大なアンサンブル予報データをリアルタイムで結合させるインターネットの高速化がある。これまでは不可能とされていたことが今日では可能となり、本研究の新規性の基盤を支えている。本研究を行った松枝氏は、THORPEX の枠組みの中で実施された筑波大学と気象庁との共同研究の一環で、気象庁数値予報課に長期滞在し、本研究成果の中心的役割を果たしてきた。関連する研究成果は既に査読付き国際学術誌に多数公表されており、各国の現業中期予報の立場からも注目されている。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。